

**57. ročník Fyzikální olympiády
v školskom roku 2015/2016
Kategorie D – domácí kolo
Text úloh**

1. Skok do snehu

Začiatkom februára 2015 zasiahla východné pobrežie USA veľká snehová víchrica. Nebolo výnimkou, keď vrstva napadaného snehu dosahovala aj dva metre. Niektorí obyvatelia Bostonu to využili ako príležitosť na nezvyčajnú formu zábavy. Skúškou odvahy bolo skočiť z okna domu do snehu pri dome (obr. D-1), ktorý mal pád stlmiť, natočiť to na video a umiestniť na YouTube. Starosta Bostonu v médiách dôrazne žiadal Bostončanov, aby sa touto nebezpečnou zábavkou nedali zlákať.



Obr. D-1

Peter napriek odporúčaniu starostu tento skok uskutočnil. Skočil z okna z výšky $h = 4,0$ m nad povrchom snehu a zaboril sa do hĺbky $d = 80$ cm do snehu.

- Navrhnete fyzikálny model jednotlivých častí pohybu Petra pri páde do snehovej vrstvy a vyslovte zjednodušujúce podmienky pre fyzikálne riešenie pohybu.
- Určte, akú maximálnu rýchlosť v_1 dosiahol Peter počas skoku a aký bol čas t_1 jeho pádu až po dotyk so snehom ak predpokladáte, že jeho začiatočná rýchlosť bola nulová.
- Určte veľkosť a_2 a smer zrýchlenia Petra počas pohybu v snehu. Aký čas t_2 táto fáza pohybu trvala?
- Akému preťaženiu a_p bolo vystavené jeho telo? Bolo toto preťaženie nebezpečné?
Poznámka: Pod preťažením Petrovho tela rozumieme podiel veľkosti tlakovej sily F_{tl} , ktorou sneh tlačí na Petrovo telo a hmotnosti jeho tela, $a_p = F_{tl} / m$. Zvyčajne sa určuje v násobkoch tiažového zrýchlenia g .
- Ako hlboko d by sa musel Peter zaboriť do snehu, ak by mal počas brzdenia cítiť preťaženie $2g$? Predpokladajte, že počas fázy brzdenia v snehu pôsobí na Petra sneh konštantnou silou. Hmotnosť Petra je $m = 70$ kg. Tiažové zrýchlenie $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

2. Gravitačné zrýchlenie Slnka

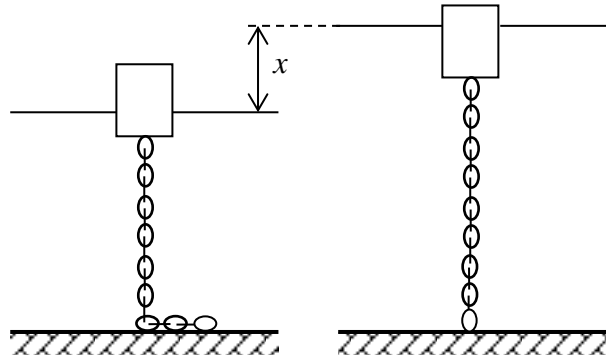
Janko pozoroval slnečný kotúč. Vhodnou a bezpečnou metódou zistil, že slnečný kotúč je viditeľný pod uhlom $\alpha = 32'$. V krúžku astronómov sa potom dozvedel, že Zem sa pohybuje okolo Slnka po približne kružnicovej trajektórii s polomerom $r = 1,496 \cdot 10^8$ km a obehne okolo Slnka za čas $T \approx 365,25$ dňa. Janka zaujímalo, koľkokrát bude hodnota g_s gravitačného zrýchlenia na povrchu Slnka väčšia ako hodnota g_z gravitačného zrýchlenia na povrchu Zeme.

Na základe uvedených údajov určte gravitačné zrýchlenie g_s a vyjadrite ho ako násobok gravitačného zrýchlenia g_z .

Zem a Slnko považujte za homogénne guľové telesá. Pre veľmi malé uhly $\alpha \ll 1$ rad môžeme použiť približný vzťah $\text{tg } \alpha \approx \alpha$ (uhol α v radiánoch); $g_z = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

3. Plávajúca bója

Na hladine vodnej nádrže pláva bója valcového tvaru. Obsah podstavy bóje je S . K dolnému koncu bóje je upevnená železná reťaz s hmotnosťou m , obr. D-2. Na začiatku leží jedna tretina reťaze na dne nádrže. Keď stúpne hladina vody v nádrži o hodnotu x , voľný koniec reťaze sa dotýka dna nádrže. Určte dĺžku d reťaze, ak hustota železa je ρ a hustota vody ρ_0 . Predpokladajte, že ohnívká reťaze sú veľmi malé (obrázok je ilustračný).



Obr. D-2

4. Rekordný skok Jesse Owensa

Na Olympijských hrách v Berlíne v roku 1936 Jesse Owens vytvoril svetový rekord v skoku do diaľky výkonom $d = 809$ cm. Dynamika skoku je pomerne zložitá. Na jeho skúmanie uvažujte zjednodušený model šikmého vrhu hmotného bodu, ktorý sa nachádza v ťažisku skokana. Skokan sa najprv rozbehne a získa vodorovnú rýchlosť v_1 a potom sa odrazí zvislo nahor rýchlosťou v_2 . Pri analýze filmového záznamu skoku zistili, že pri skoku ťažisko skokana dosiahlo výšku $h = 120$ cm vzhľadom na jeho polohu v okamihu odrazu.



- Odvodte závislosť dĺžky d a výšky h skoku od veličín v_1 a v_2 v okamihu odrazu.
- Určte veľkosť v_0 rýchlosti skokana v okamihu odrazu a uhol α odrazu vzhľadom na vodorovnú rovinu. Predpokladajte, že v okamihu dopadu sa ťažisko skokana nachádza v rovnakej výške ako v okamihu odrazu.

Dĺžka skoku je ovplyvnená tiažovým zrýchlením. V roku 1956 sa konali Olympijské hry v Austrálii v Melbourne.

- Vysvetlite, prečo je tiažové zrýchlenie v Melbourne menšie ako v Berlíne.
- O koľko by bol rekordný skok Owensa dlhší, keby skočil v Melbourne s rovnakou začiatočnou rýchlosťou v_0 a pod rovnakým uhlom α ako v Berlíne?

Tiažové zrýchlenie v Berlíne $g_B = 9,8128 \text{ m/s}^2$, v Melbourne $g_M = 9,7999 \text{ m/s}^2$.

5. Zošmyknutie dosky

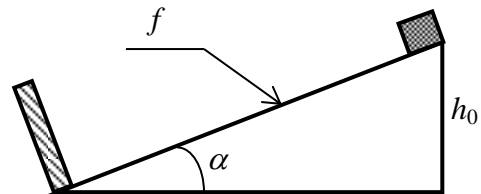
Robotník v skladovej hale postavil úzku homogénnu dosku s dĺžkou $d = 2,0$ m ku zvislej stene debny tak, že horný koniec oprel o stenu debny a dolný sa opieral o vodorovnú podlahu. Zvislé roviny bokov dosky boli kolmé na stenu debny.

- Nakreslite obrázok sústavy a znázornite v ňom všetky sily, ktoré pôsobia na dosku opretú o stenu debny.
- V istom okamihu začneme debnu pomaly posúvať po podlahe vo vodorovnom smere x kolmom na zvislú stenu debny. Horný koniec dosky sa šmýka po stene debny smerom k podlahe. Keď vzdialenosť x dolného konca dosky od steny debny dosiahne kritickú hodnotu x_m , doska spadne na podlahu. Určte vzdialenosť x_m .

Úlohu riešte najprv všeobecne a potom pre hodnoty: faktor trenia medzi doskou a podlahou $f_1 = 0,25$, faktor trenia medzi doskou a stenou $f_2 = 0,15$.

6. Odraz s trením

Naklonená rovina s uhlom sklonu α vzhľadom na vodorovnú rovinu je zakončená stenou, ktorá je kolmá na naklonenú rovinu, obr. D-3. Z horného konca naklonenej roviny vo výške h_0 voľne pustíme malé teliesko, ktoré sa bude šmýkať smerom nadol. Po dokonale pružnom odraze od steny teliesko vystúpi po naklonenej rovine do výšky $k h_0$, kde $0 \leq k < 1$.



Obr. D-3

- Určte faktor trenia f medzi telieskom a povrchom naklonenej roviny.
- Určte čas t_0 , za ktorý vykoná teliesko uvedený pohyb.

Úlohu riešte všeobecne a potom pre hodnoty: $k = 0,75$, $\alpha = 30^\circ$, $h_0 = 80$ cm, $g = 9,8$ N/kg

7. Plastelína – experimentálna úloha

Úloha: Odoberte z balíčka kúsok plastelíny a určte jej hustotu a hmotnosť odobratého kúska. Navrhnite najmenej dve metódy merania, fyzikálne ich zdôvodnite a výsledky získané rôznymi metódami porovnajte. Posúďte, ktorá z použitých metód je pre určenie požadovaných hodnôt presnejšia.

Každé z meraní niekoľkokrát opakujte a určte priemernú hodnotu výsledkov získaných danou metódou.

Pomôcky: plastelína, priehľadný pohár, druhý pohár (nemusí byť priehľadný), voda, milimetrový papier, niť.

Poznámka: Pri riešení úlohy môžete, ale nemusíte, použiť obidva poháre.